

The Delphion  
Integrated  
View

Other Views:  
INPADOC

Title: **JP2001189378A2: WAFER-CHUCKING HEATING APPARATUS**

Country: **JP Japan**

Kind: **A2 Document Laid open to Public inspection**

Inventor(s): **ARAI YUSUKE  
NOBORI KAZUHIRO  
USHIGOE RYUSUKE  
UMEMOTO KOUICHI**

Applicant/Assignee: **NGK INSULATORS LTD**  
[Inquire Regarding Licensing](#)  
 News, Profiles, Stocks and More about this company

Issued/Filed Dates: **July 10, 2001 / Nov. 19, 1991**

Application Number: **JP19912000385426**

IPC Class: **H01L 21/68; C23C 16/46; H01L 21/205;**

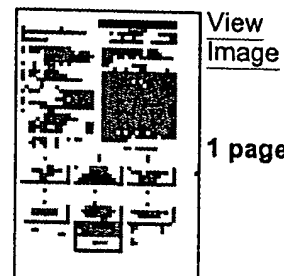
Priority Number(s): **Dec. 25, 1990 JP1990000418006**

Abstract: **Problem to be solved:** To improve yield, when heating and treating a wafer by preventing a gap from being locally generated at the part between the wafer and a wafer installation surface due to warpage, distortion, or the like of the wafer, when heat-treating the wafer.  
**Solution:** A resistance electrical heating element 3 is embedded inside a ceramic substrate 2, a film-shaped electrode 5 is formed on one main surface 2a of the ceramic substrate 2, and a ceramic dielectric layer 4 is formed at the side of one main surface 2a, so that the film-shaped electrode 5 can be covered. Coulombic fore is generated between a wafer W and the ceramic dielectric layer 4 by a DC power supply 12, the wafer W is attracted to a wafer- attracting surface 6, the resistance electrical heating element 3 is energized for generating heat from the wafer-attracting surface 6, and the attracted wafer W is heated.  
 COPYRIGHT: (C)2001,JPO

Family: [Show known family members](#)

Other Abstract Info: **CHEMABS 119(16)171869V DERABS G1992-219195  
JAPABS 170276E000054**

Foreign References: **No patents reference this one**



[View Image](#)

1 page



(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
H 0 1 L 21/68		H 0 1 L 21/68	R
C 2 3 C 16/46		C 2 3 C 16/46	
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	

審査請求 有 請求項の数9 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-385426(P2000-385426)  
 (62)分割の表示 特願平3-303289の分割  
 (22)出願日 平成3年11月19日(1991.11.19)  
 (31)優先権主張番号 特願平2-418006  
 (32)優先日 平成2年12月25日(1990.12.25)  
 (33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000004064  
 日本碍子株式会社  
 愛知県名古屋市中区瑞穂区須田町2番56号  
 (72)発明者 新居 裕介  
 愛知県名古屋市中区瑞穂区市丘町2丁目38番2号 日本碍子市丘寮  
 (72)発明者 ▲昇▼ 和宏  
 愛知県豊田県豊田市首川町大字黒田字北宿二ノ切66番地の1  
 (74)代理人 100072051  
 弁理士 杉村 興作 (外1名)

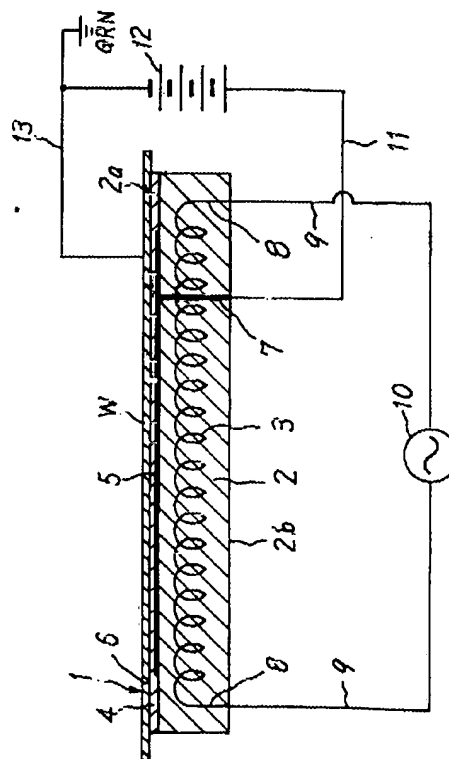
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ウエハー吸着加熱装置

## (57)【要約】

【課題】 ウエハーの加熱処理時に、ウエハーの反り、歪み等によってウエハーとウエハー設置面との間に局所的に隙間が生ずるのを防止し、ウエハーの加熱処理時の歩留りを向上させることである。

【解決手段】 セラミックス基体2の内部に抵抗発熱体3を埋設し、セラミックス基体2の一方の主面2a上に膜状電極5を形成し、この膜状電極5を覆うように、一方の主面2a側に、セラミックス誘電体層4を形成する。直流電源12によってウエハーWとセラミックス誘電体層4との間にクーロン力を発生させ、ウエハーWをウエハー吸着面6へと吸着し、抵抗発熱体3に通電してウエハー吸着面6から発熱させ、吸着されたウエハーWを加熱する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 200℃以上の作動温度を有しており、ウエハーを吸着した状態で加熱するための装置であって、

セラミックス焼結体からなる基体；この基体の内部に埋設された抵抗発熱体；前記基体の一方の主面上に形成された膜状電極；及びこの膜状電極を覆うように前記一方の主面側に形成されたセラミックス焼結体からなる誘電体層を有しており、

前記誘電体層のウエハー吸着面へと前記ウエハーを吸着した状態で、前記抵抗発熱体の発熱によりこのウエハーを加熱しうるように構成されており、前記基体および前記誘電体層の材質が同種のセラミックスであり、かつ窒化珪素、サイアロンおよび窒化アルミニウムからなる群より選ばれた一種以上のセラミックスから選択されていることを特徴とする、ウエハー吸着加熱装置。

【請求項2】 前記基体の熱膨張率が前記ウエハーの熱膨張率の0.7～1.4倍である、請求項1記載の装置。

【請求項3】 前記誘電体層の熱膨張率が前記ウエハーの熱膨張率の0.7～1.4倍である、請求項1または2記載の装置。

【請求項4】 前記膜状電極が穴明きの形状であることを特徴とする、請求項1～3のいずれか一つの請求項に記載の装置。

【請求項5】 前記電極がパンチングメタルであることを特徴とする、請求項4記載の装置。

【請求項6】 前記ウエハー吸着面の平面度が500μm以下であることを特徴とする、請求項1～5のいずれか一つの請求項に記載の装置。

【請求項7】 前記抵抗発熱体においてタングステン、モリブデンまたは白金が使用されていることを特徴とする、請求項1～6のいずれか一つの請求項に記載の装置。

【請求項8】 前記基体の前記一方の主面の一部と前記誘電体層とが前記膜状電極を挟むことなく接合されていることを特徴とする、請求項1～7のいずれか一つの請求項に記載の装置。

【請求項9】 前記基体の前記一方の主面と前記誘電体層との接合部分によって前記膜状電極が包囲されていることを特徴とする、請求項8記載の装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば半導体製造装置用のウエハー加熱装置及びその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】スーパークリーン状態を必要とする半導体製造用装置では、デポジション用ガス、エッチング用ガス、クリーニング用ガスとして塩素系ガス、弗素系ガス等の腐食性ガスが使用されている。このため、ウエハー

ーをこれらの腐食性ガスに接触させた状態で加熱するため加熱装置として、抵抗発熱体の表面をステンレススチール、インコネル等の金属により被覆した従来のヒーターを使用すると、これらのガスの曝露によって、塩化物、酸化物、弗化物等の粒径数μmの、好ましくないパーティクルが発生する。

【0003】そこで、デポジション用ガス等に曝露される容器の外側に赤外線ランプを設置し、容器外壁に赤外線透過窓を設け、グラファイト等の耐食性良好な材質からなる被加熱体に赤外線を放射し、被加熱体の上面に置かれたウエハーを加熱する、間接加熱方式のウエハー加熱装置が開発されている。ところがこの方式のものは、直接加熱式のものに比較して熱損失が大きいこと、温度上昇に時間がかかること、赤外線透過窓へのCVD膜の付着により赤外線の透過が次第に妨げられ、赤外線透過窓で熱吸収が生じて窓が加熱すること、さらに加熱源とウエハー設置部が分離しているために均熱性やレスポンスが悪化すること等の問題があった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の問題を解決するため、新たに円盤状の緻密質セラミックス内に抵抗発熱体を埋設した加熱装置について検討した。その結果この加熱装置は、上述のような問題点を一掃した極めて優れた装置であることが判明した。しかし、なお、検討を進めてみると、半導体ウエハーを保持、固定する方法に問題が残されていることが解った。

【0005】即ち、従来の半導体ウエハー固定技術としては、メカニカル固定、真空チャック、静電チャックの各方式が知られており、例えば、半導体ウエハーの搬送用、露光、成膜、微細加工、洗浄、ダイシング等に使用されている。

【0006】一方、特に、CVD、スパッタ、エピタキシャル等の成膜プロセスにおける半導体ウエハー加熱、温度制御では、半導体ウエハーの被加熱面の温度を均一化できないと、半導体生産時の歩留り低下の原因になる。この場合、メカニカル固定では、半導体ウエハーの表面にピン又はリングが接触するために成膜が不均一となると共に、平盤状のセラミックスヒーターのウエハー加熱面に半導体ウエハーを設置しても、ウエハー加熱時には、この半導体ウエハー全面が均等に抑えられているわけではないので、半導体ウエハーに反り、歪みが生じ、半導体ウエハーの一部分と平坦なウエハー加熱面との間に局所的に隙間が生じる。そして、例えば $10^{-3}$ Torr以下の中高真空中では、ガスの対流による熱伝導が最少であるため、半導体ウエハーのうちウエハー加熱面に接触している部分と隙間が生じている部分との間で温度差が非常に大きくなる。

【0007】即ち、ウエハー設置面のガス分子の挙動は、1torr以上の圧力に於いては粘性流域であり、ガス分子による熱移動（熱伝達）がある。従って上記の隙間

が生じている部分でもヒーター温度に対してウエハー温度があまり低下せず、良い追従性を示す。しかし、中高真空になるとガス分子の挙動が分子流域に移行し、ガス分子による熱移動が大幅に低下するために、ヒーター温度に対してウエハー温度が低下し、均熱性、応答性の悪化を生じることが判った。

【0008】また、いわゆる真空チャックは、スパッタ、CVD装置等のような中高真空の条件下では使用できない。

【0009】更に、いわゆる静電チャックでは、ポリイミド膜等を誘電体膜として使用したものがあるが、従来の静電チャックの使用温度範囲は、最大80°～200℃程度である。このため、スパッタ、CVD装置の加熱用の、600℃程度迄使用できる加熱装置に対し、設置することはできない。

【0010】しかも、ヒーターが通常使用される200℃以上の高温領域においては、誘電体層の絶縁抵抗値、耐絶縁破壊電圧が著しく変化し、安定した運転が困難であることが判明してきた。本発明の課題は、金属ヒーターの場合のような汚染や間接加熱方式の場合のような熱効率の悪化の問題を防止でき、かつ加熱されるウエハーの均熱性を高めることができるようなウエハー加熱装置を提供することである。しかも、200℃以上の高温領域において、誘電体層の絶縁抵抗値、耐絶縁破壊電圧の変化を抑制して安定した運転を可能とすることである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、200℃以上の作動温度を有しており、ウエハーを吸着した状態で加熱するための装置であって、セラミックス焼結体からなる基体；この基体の内部に埋設された抵抗発熱体；基体の一方の主面上に形成された膜状電極；及びこの膜状電極を覆うように一方の主面側に形成されたセラミックス焼結体からなる誘電体層を有しており、誘電体層のウエハー吸着面へとウエハーを吸着した状態で、抵抗発熱体の発熱によりこのウエハーを加熱しうるように構成されており、基体および誘電体層の材質が同種のセラミックスであり、かつ窒化珪素、サイアロンおよび窒化アルミニウムからなる群より選ばれた一種以上のセラミックスから選択されていることを特徴とする。

【0012】本発明の好ましい態様では、セラミックス基体の熱膨張率をウエハーの熱膨張率の0.7～1.4倍とし、あるいは、前記セラミックス誘電体層の熱膨張率を前記ウエハーの熱膨張率の0.7～1.4倍とする。

【0013】本発明の装置においては、静電チャック電極が導電性接合剤からなり、この電極によってセラミックス基体とセラミックス誘電体層とが接合され、電極に端子が接続されていてよい。このウエハー加熱装置を製造するには、セラミックスグリーンシートの内部に少なくとも抵抗発熱体を埋設して焼結させ、抵抗発熱体が埋設されたセラミックス基体を作製し、またセラミックス

グリーンシートを焼結させてセラミックス誘電体層を作製し、セラミックス基体の一方の主面とセラミックス誘電体層とを導電性接合剤からなる膜状電極によって接合し、この膜状電極に端子を接続する。また、本発明の装置においては、セラミックス誘電体層の表面に電極が付着し、セラミックス基体の一方の主面とセラミックス誘電体層の電極側の面とが絶縁性接合剤層によって接合され、電極に端子が接続されていてよい。このウエハー加熱装置を製造するには、セラミックスグリーンシートの内部に少なくとも抵抗発熱体を埋設して焼結させ、抵抗発熱体が埋設されたセラミックス基体を作製し、またセラミックスグリーンシートを焼結させてセラミックス誘電体層を作製し、このセラミックス誘電体層の表面に膜状電極を形成し、セラミックス基体の一方の主面とセラミックス誘電体層の膜状電極側の面とを絶縁性接合剤によって接合し、膜状電極に端子を接続する。

【0014】

【実施例】図1は、本発明の実施例に係るウエハー加熱装置1を示す概略部分断面図である。例えば円盤状のセラミックス基体2の内部には抵抗発熱体3が埋設され、この抵抗発熱体3は好ましくは螺旋状に巻回されている。また、円盤状のセラミックス基体2を平面的にみると、抵抗発熱体3は渦巻形をなすように設置されている。抵抗発熱体3の両端部には、それぞれ電力供給用の端子8が接続、固定され、各端子8の端面が電力供給用ケーブル9に接合されている。一対のケーブル9は、それぞれヒーター電源10に接続されており、図示省略したスイッチを作動させることにより、抵抗発熱体3を発熱させることができる。

【0015】円盤状セラミックス基体2は、相対向する主面2a、2bを有する。ここで主面とは、他の面よりも相対的に広い面をいう。

【0016】円盤状セラミックス基体2の一方の主面2aに沿って、例えば円形の膜状電極5が形成されている。そして、この膜状電極5を覆うように、一方の主面2a上にセラミックス誘電体層4が形成され、一体化されている。これにより、膜状電極5は、セラミックス基体2とセラミックス誘電体層4との間に内蔵される。この膜状電極5をパンチングメタルのような穴明きの形状とすると、誘電体層4の密着性が良好となる。セラミックス基体2の内部は端子7が埋設され、この端子7の一端には膜状電極5が接続され、電極端子7の他端にはケーブル11が接続されている。このケーブル11は静電チャック電源12の正極に接続され、直流の電源12の負極がアース線13に接続される。

【0017】ウエハーWを加熱処理する際には、セラミックス誘電体層4のウエハー吸着面6にウエハーWを設置し、ウエハーWに対してアース線13を接触させる。そして、膜状電極5に正電荷を蓄積してセラミックス誘電体層4を分極させ、セラミックス誘電体層4のウエハー

吸着面側に正電荷を蓄積させる。それと共に、ウエハーWに負電荷を蓄積させ、セラミックス誘電体層4とウエハーWとの間のクーロン引力により、ウエハーWをウエハー吸着面6へと吸着させる。これと共に、抵抗発熱体3を発熱させてウエハー吸着面6を所定温度に加熱する。

【0018】こうしたウエハー加熱装置によれば、ウエハーWをウエハー吸着面6へとクーロン力によって全面で吸着しつつ、同時にウエハー吸着面6を加熱してウエハーを加熱することができる。従って、特に中高真空中でウエハーWを加熱する場合に、ウエハーW全面に亘って温度の追従性が良くなり、ウエハーWを均熱化することができ、ウエハーWとウエハー加熱面との間の隙間によるウエハーWの均熱性の低下が生じない。従って、ウエハーWの熱処理をウエハー全面に亘って均一に行うことができ、例えば半導体製造装置においては、半導体の歩留り低下を防止することができる。

【0019】また、誘電体層4もセラミックスからなるので、誘電体層4の耐熱性も高く、例えば熱CVD装置において良好に使用できる。と共に、誘電体層4は、ウエハーの1万回以上のチャックによる磨耗及び変形に対して耐久性を有するセラミックスで形成することが好ましい。

【0020】更に、セラミックス基体2の内部に抵抗発熱体3が埋設され、また膜状電極5がセラミックス誘電体層4とセラミックス基体2との間に内蔵されているので、従来の金属ヒーターの場合のような汚染を防止できる。また、ウエハーWをウエハー吸着面6へと吸着した状態で直接加熱するので、間接加熱方式の場合のような熱効率の悪化の問題は生じない。

【0021】誘電体層4をセラミックスにて形成したが、セラミックスは温度が高くなるにつれて絶縁抵抗値（体積固有抵抗）が低くなるという特性があるので、例えば $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の適当な絶縁抵抗値よりも低くなり、リーク電流が大きくなりうる。この点で、本実施例の加熱装置1に用いるには、例えば500~600℃の高温域においても $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁抵抗値を有するものが好ましい。この点で、窒化珪素（反応焼結、常圧焼結）、窒化アルミニウム、サイアロンが好ましい。

【0022】また、セラミックス基体2、セラミックス誘電体層4は、例えば熱CVD装置においては、最大600℃から1100℃程度まで加熱されるので、通常の耐熱性の観点から、窒化珪素、サイアロン、窒化アルミニウムから形成することが好ましい。

【0023】窒化珪素、サイアロン、窒化アルミニウムは、アルミナ等の酸化物系セラミックスに比べて、高真空中でのガス放出量が少ない。言い換えると、高真空中でも吸着ガスが少ないことにより、誘電体の抵抗値、耐絶縁破壊電圧等の変化が少なく、ウエハー加熱装置の安定な運転が可能となる。

【0024】このうち、特に窒化珪素を採用すると、加熱装置1全体の強度が高く、窒化珪素の低熱膨張率のため加熱装置1の耐熱衝撃性が高く、高温での急熱、急冷を繰り返して行っても加熱装置1が破損しない。また、窒化珪素が耐食性に優れていることから、熱CVD装置内等の腐食性ガス条件下でも加熱装置1の耐久性が高く、寿命が長くなる。

【0025】更に、セラミックス基体2とセラミックス誘電体層4は、密着性の面から熱膨張の等しい同材質とするのが好ましく、ヒーターとしての性能、静電チャックとしての性能の両者の点より、窒化珪素が好ましい。

【0026】セラミックス基体2の熱膨張率、セラミックス誘電体層4の熱膨張率は、共にウエハーWの熱膨張率の0.7~1.4倍とすることが好ましい。この範囲外であると、加熱時にウエハーWがウエハー吸着面6に対して密着していることから、ウエハーWに歪みが生ずるおそれがある。こうした材料の組み合わせは、ウエハーWの材料によって変わるべきものである。

【0027】特に、ウエハーWがシリコン製のときには熱膨張率が $2.6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ であり、 $1.82 \times 10^{-6} \sim 3.38 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ の範囲とすることが好ましく、窒化珪素は $2.7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ であることより、熱膨張率の点からは最もセラミックス基体2、セラミックス誘電体層4の材料に適している。

【0028】これは、ウエハーWの真空中での吸着力が $100 \text{ g/cm}^2$ 下では、熱膨張が大きな $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )を使用すると、厚さ0.6mm程度のウエハーが静電チャックに拘束され、0.25%もの変形を受けることが予想される。このため、ウエハーに与える変形のダメージは甚大である。

【0029】ウエハー吸着面6は平滑面とすることが好ましく、平面度を $500 \mu\text{m}$ 以下としてウエハーWの裏面へのデポジション用ガスの侵入を防止することが好ましい。抵抗発熱体3としては、高融点でありしかも窒化珪素等との密着性に優れたタングステン、モリブデン、白金等を使用することが適当である。

【0030】図2は、本発明の実施例に係るウエハー加熱装置の組み立て前の状態を示す断面図、図3はこのウエハー加熱装置を組み立てた後の状態を示す断面図である。本実施例では、平面円形のセラミックス誘電体層4Aを、セラミックスグリーンシートの焼結によって作製する。このセラミックス誘電体層の円盤状本体4aの周縁部には、リング状のフランジ部4bが形成され、フランジ部4bの内側に、円盤形状をした凹部4cが形成されている。

【0031】また、導電性接合剤からなる円形シート5Aを準備する、これは、後述するように、電極としても機能するものである。また円盤状のセラミックス基体2Aを、セラミックスグリーンシートの焼結によって作製する。セラミックス基体2Aの中央部には、端子挿入用の円形貫通孔14が形成されている。セラミックス基体2Aの一

方の主面2aは膜状電極5Aに対向する。セラミックス基体2Aの他方の主面2bに、一对の塊状の端子8Aが露出している。各端子8Aはセラミックス基体2Aに埋設されており、抵抗発熱体3に連結されている。

【0032】抵抗発熱体3は、円盤状セラミックス基体2Aを平面的にみると、渦巻状のパターンとなるように埋設されている。また、更に細かく見ると、螺旋状に成形されている。また、円柱状の端子7Aを準備する。セラミックス誘電体層4Aの成形については、プレス成形、テープキャスト成形等を使用できる。セラミックス基体2Aについては、セラミックス材料中に抵抗発熱体3と端子8Aとを埋設し、プレス成形、コールドアイソスタティックプレス成形等を行った後、ホットプレス焼結、ホットアイソスタティックプレス焼結等を行う。

【0033】そして、膜状電極5Aを凹部4cに収容し、誘電体層4Aの表面に当接させ、更にセラミックス基体2Aの主面2aを膜状電極5Aの表面に当接させる。そして、円柱状端子7Aを貫通孔14に挿通し、その端面7aを膜状電極5Aに当接させる。貫通孔14の壁面と、円柱状端子7Aの側周面との間に、粉末状の接合剤を介在させておく。この状態で、組立体に加熱処理を施し、図3に示すように、導電性接合剤からなる膜状電極5Aによって、誘電体層4Aと基体2Aとを接合する。これと共に、基体2Aの貫通孔14に円柱状端子7Aを接合し、固定する。次いで、誘電体層4Aの表面を研摩加工し、ウエハー吸着面6を平坦にする。

【0034】円柱状端子7の端面7bにケーブル11を接続し、このケーブルを静電チャック用電源12の正極に接続する。この電源12の負極をアース線13に接続する。また、各端子8Aにそれぞれケーブル9を接続し、ケーブル9をヒーター電源10に接続する。

【0035】ウエハーWを吸着する際には、ウエハー吸着面6にウエハーWを設置し、ウエハーWに対してアース線13を接触させる。そして、膜状電極5Aに正電荷を蓄積して誘電体層4Aを分極させ、誘電体層4Aのウエハー吸着面6側に正電荷を蓄積させる。それと共に、ウエハーに負電荷を蓄積させ、誘電体層4AとウエハーWとの間のクーロン引力により、ウエハーをウエハー吸着面6へと吸着させる。これと共に、抵抗発熱体3を発熱させ、ウエハーWを加熱する。

【0036】図3に示すウエハー加熱装置1Aによれば、既述した効果を奏することができる。また、本実施例においては、焼結した誘電体層4Aと基体2Aを導電性接合剤で接合し、形成された導電性接合剤層をそのまま膜状電極として用いているので、他に電極板等を設ける必要がなく、非常に構造が簡略であり、製造工程も少ない。

【0037】更に、フランジ部4bを設けたことから、例えば $10^{-3}$ Torr以下の中、高真空条件下においても、膜状電極5Aと半導体ウエハーとの間の放電が生じない。

【0038】更に、本実施例においては、製法上大きな特徴がある。その点について、順を追って説明する。本

発明者は、図1に示すような構造の加熱装置の製法について多大の検討を加えた。即ち、まず、図1において、セラミックス基体2のグリーンシートの表面に、膜状電極5をスクリーン印刷によって形成し、その上に薄いセラミックスグリーンシート（誘電体層4用）を積層し、これをプレス成形する方法について検討した。

【0039】しかしながら、静電チャックの寸法が大きくなると、前記積層品に均等な圧力をかけることは極めて困難であった。従ってこの積層品を焼結しても誘導体層の厚みには不可避免的にバラツキが生じた。この誘導体層の厚みは一般的には400  $\mu\text{m}$  以下と極めて薄い為、数10  $\mu\text{m}$  オーダーのバラツキでも、ウエハー吸着面上でウエハー吸着力にバラツキが生じた。特に誘電体層が相対的に厚い部分では、目標とする吸着力が得られず、ウエハーの反りの矯正が不十分になる場合があった。この一方、誘電体層が相対的に薄い部分では、局所的に絶縁耐圧が低下した。この部分が、製品であるウエハー加熱装置の絶縁耐圧を決定してしまう為、製品全体の絶縁耐圧が著しく低下することがあった。また、前記積層品を焼結するとき、積層されたグリーンシートの界面で、局所的に密着不良が生じた。これは、焼成収縮が原因と考えられる。このような密着不良は、走査型電子顕微鏡等によって観察すると、0.1 ～数  $\mu\text{m}$  オーダーの微小なスキマがある場合が多い。このような加熱装置を半導体製造装置に使用した所、下記のトラブルが生じた。

【0040】使用条件は、 $10^{-3}$ Torr以下の分子流領域の真空中でウエハー温度を450  $^{\circ}\text{C}$ にセットした。静電チャックされたウエハーの温度を、赤外線放射温度計にてモニターした所、表面に周囲と温度の異なる局所領域が生じ、必要とする均熱性（ $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ）を確保できず、時によっては、150  $^{\circ}\text{C}$ 以上の温度差が生じる場合があった。また最悪条件下では、誘電体層が熱応力によって破壊する場合もあった。

【0041】本件に関して発明者は、前記シート接合部のスキマについて検討を加えた。その結果、シート接合部のスキマ内の圧力も、半導体製造装置チャンバー内の圧力の影響を受けて変化していた。特に真空中の場合、ガス分子の挙動は大気圧～1 Torrの真空中では粘性流領域にあるが、真空度がさらに高まると分子流領域に移行し、これに伴ってスキマ部の周囲における熱移動がほぼ放射のみによるものとなり、断熱状態となる。このため、スキマ部上の誘電体層の温度が低下し、スキマの無い部分では、熱移動が良好であるため高温を示すことが判った。これにより周囲と温度の異なる局所領域が生じたのである。

【0042】このように、静電チャックを製造するのに従来採用されていた方法を、図1（又は図3）に示すようなウエハー加熱装置に転用すると、誘電体層の厚さのバラツキや誘電体層とセラミックス基体との界面における密着不良が、不可避免的に生じた。この誘電体層の厚さ

のバラツキも膜状電極の傾斜に起因するものである。従って、一体焼結が終った後に誘電体層の表面を平面研磨加工しても、誘電体層の厚さを均一化することはできないし、むろん上記密着不良を矯正することもできない。

【0043】ここにおいて、本実施例の方法においては、セラミックスグリーンシートの焼結によって誘電体層4を作製してあるので、その焼結の段階で焼成収縮が終わっており、従って、セラミックス基体2Aと接合する段階ではもう変形しない。

【0044】このように、本実施例では、誘電体層4Aが変形しないことから、誘電体層4Aの表面を平面加工すれば、誘電体層4Aの厚さを正確に均一化できる。従って、局所的な吸着力の低下や、絶縁耐圧の低下は生じない。また、誘電体層4Aと基体2Aの間には、焼成収縮によるスキマが生じない為、均熱性、耐熱衝撃性に優れる。

【0045】セラミックス基体2A、誘電体層4Aの材質は、実施例1で述べたものに準ずる。円柱状端子7Aの材質としては、コパール、タングステン、モリブデン、白金、チタン、ニッケル等を例示できる。導電性接合剤としては、例えば、チタン成分を含む金ろう、チタン成分を含む銀ろう等が好ましい。これは、これらのろう中に含まれるチタンが、加熱処理によってセラミックス中に拡散していくことから、各部材の接合力が大きくなるからである。これらは、特に窒化珪素に対する接合性が良い。また300℃以上で使用される加熱装置では、常温のウエハーが搬送ロボットによって送られてきてチャックされる場合がある。この時誘電体層4Aには、熱衝撃が加わる。導電性接合剤として、軟質金属からなるろう材、たとえばチタン成分を含む金ろうを用いると、ろう材部分の塑性変形により応力緩和が生じるので、加熱装置の耐熱衝撃性が一層向上する。

【0046】図2、図3に示す手順に従い、ウエハー加熱装置1Aを作製した。ただし、誘電体層4A、基板2Aをそれぞれ窒化珪素で作成した。これらは、プレス成形体を1800℃で焼結して作成した。端子8A、抵抗発熱体3は、タングステンで形成した。また、厚さ100μmの円形シート5Aを準備した。この組成は、銀71.3重量%、銅27.9重量%、チタン0.8重量%である。また、これと同材質の粉末状ろうを円柱状端子7Aと貫通孔14との間に介在させた。図2において上下方向に50g/cm<sup>2</sup>以上の圧力を加えながらこの組立体を熱処理し、ろう付けした。上記したチタン成分を含む銀ろうの酸化を防止するため、ろう付けは10<sup>-5</sup>Torr以下の圧力の雰囲気下で行った。また、上記熱処理は、900℃で60秒間実施した。この最高温度900℃への昇温及び降温は、セラミックス材料が熱衝撃によって破損しない範囲内において、できるだけ早く行うことが好ましい。本例では、耐熱衝撃性の高い窒化珪素を使用しているため、昇温、降温を600℃/時間の速度で実施した。

【0047】そして、熱処理後のウエハー加熱装置1Aを

加熱炉から取り出し、誘電体層4Aの表面を研磨加工し、その厚さを例えば300μmに調整した。

【0048】図4～図8は、本発明の他の実施例に係るウエハー加熱装置1Bの製造手順を説明するための断面図である。図2、図3に示した部材と同一機能を有する部材には同一符号を付け、その説明は省略することがある。まず、図4に示すように、誘電体層4Aの凹部4c側の表面に、膜状電極5Bを形成する。

【0049】次いで、図5に示すように、凹部4cに絶縁性接合剤層15を、塗布等によって設ける。この際、膜状電極5Bを、絶縁性接合剤層15によって覆う。次いで、図6に示すような円盤状の基体2Aを凹部4c内へ挿入し、基体2Aの表面を絶縁性接合剤層15(図5参照)に当接させる。そして、この組立体を熱処理し、図6に示すように、誘電体層4Aの膜状電極5B側の表面と基体2Aの主面2aとを、熱処理後の絶縁性接合剤層15によって接合する。

【0050】次いで、図7に示すように、貫通孔14の部分で、絶縁性接合剤層15に円形の剥離部15aを設け、膜状電極5Bの表面の一部を貫通孔14に露出させる。次いで、導電性接合剤からなる粉末を円柱状端子と基体2Aとの間に介在させた状態で熱処理し、図8に示すように、円柱状端子7Aを基体2Aに接合し、円柱状端子7Aの端面7aを膜状電極5Bに当接させる。そして、ウエハー吸着面6を研磨加工する。他は、図2、図3に示した加熱装置と同様である。

【0051】図4～図8の手順に従って、実際にウエハー加熱装置1Bを作製した。ただし、膜状電極5Bは、タングステンのスクリーン印刷によって形成した。また膜状電極5Bを形成した後に、誘電体層4Aを120℃以上に加熱し、印刷した膜中に残留する有機溶媒を蒸発させた。誘電体層4Aおよび基体2Aは、いずれも窒化珪素によって形成した。膜状電極5Bは、モリブデン、白金等で形成してもよい。

【0052】絶縁性接合剤としては、封着用のガラスを用いた。更に具体的には、下記の組成を有するオキシナイトライドガラスを用いた。

Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30重量%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30重量%
SiO <sub>2</sub>	30重量%	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	10重量%

【0053】基体2Aと誘電体層4Aとをガラス封着する際には、50g/cm<sup>2</sup>以上の圧力で両者を加圧し、窒素雰囲気中1500℃で加熱した。また、円柱状端子7Aを基体2Aに接合させる際には、銀71.3重量%、銅27.9重量%及びチタン0.8重量%の組成からなるチタン蒸着銀ろうの粉末を用いた。

【0054】チタン蒸着銀ろうの酸化を防止するため、ろう付けは10<sup>-5</sup>Torr以下の圧力の雰囲気下で行った。また、上記熱処理は、900℃で60秒間実施した。この最高温度への昇温、降温を600℃/時間の速度で実施した。そして、熱処理後の加熱装置を加熱炉から取り出し、誘電体層4Aの表面を研磨加工し、その厚さを例えば300μ

mに調整した。端子8A、抵抗発熱体3は、タングステンで形成した。

【0055】双極型のウエハー加熱装置1cを図9に示す。この加熱装置1cにおいては、円盤状セラミックス基体2Bに円形貫通孔14が2つ設けられ、各円形貫通孔14に、それぞれ円柱状端子7Aが挿入され、固定されている。凹部4cの表面には、平面円形の膜状電極5Cが2箇所形成されている。各膜状電極5Cの中央部付近に、それぞれ端子7Aの端面7aが当接している。図9において左側の端子7Aは、直流電源12Aの負極に接続され、直流電源12Aの正極は接地されている。図9において右側の端子7Aは、直流電源12Bの正極に接続され、直流電源12Bの負極は接地されている。

【0056】上記の各例ではウエハー吸着面6を上向きにしたが、ウエハー吸着面6を下向きにしてもよい。上記各例において、加熱装置全体の形状は、円形のウエハーWを均等に加熱するためには円盤状とするのが好ましいが、他の形状、例えば四角盤状、六角盤状等としてもよい。

【0057】こうした加熱装置は、エピタキシャル装置、プラズマエッチング装置、光エッチング装置等における加熱装置に対しても適用可能である。更に、ウエハーWとしては、半導体ウエハーだけでなく、Al ウエハー、Fe ウエハー等の導体ウエハーの吸着、加熱処理も可能である。

【0058】

【発明の効果】本発明に係るウエハー加熱装置によれば、セラミックス基体の一方の主面に膜状電極を形成し、この膜状電極を覆うように一方の主面側にセラミックス誘電体層を形成し、セラミックス誘電体層のウエハー吸着面にウエハーを吸着する際、上記基体及び誘電体層が共にセラミックスからなっているため、例えば熱CV D装置等のような高熱の用途でも使用できる。

【0059】そして、セラミックス基体の内部に抵抗発熱体を埋設し、この抵抗発熱体の発熱によってウエハーを加熱するので、ウエハーをセラミックス誘電体膜のウエハー吸着面へとクーロン力によって全面で吸着しつつ、同時にウエハー吸着面を介してウエハーを加熱することができる。従って、ウエハー全面に亘って容易に均熱化することができ、ウエハーの加熱時にウエハーとウエハー吸着面（即ちウエハー加熱面）との間に局所的な隙間が生じない。よって、ウエハー全面に亘って加熱処理時の歩留を向上させることができる。

【0060】更に、ウエハーをセラミックス誘電体膜の

ウエハー吸着面に吸着した状態で、抵抗発熱体を発熱させ、ウエハー吸着面から発熱させてウエハーを直接加熱するので、熱効率が低い。しかも、セラミックス基体およびセラミックス誘電体層が、窒化珪素、サイアロンおよび窒化アルミニウムから選ばれ、かつ同種であるので、200℃以上の高温領域においても、誘電体層の絶縁抵抗値、耐絶縁破壊電圧の変化が少なく、かつセラミックス誘電体層とセラミックス基体との間の密着性および安定性が優れているので、安定した運転が可能であり、ウエハーの歪みも防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例に係るウエハー加熱装置1の概略部分断面図である。

【図2】 本発明の実施例に係るウエハー加熱装置を組み立てる前の状態を示す断面図である。

【図3】 ウエハー加熱装置1Aを示す断面図である。

【図4】 誘電体層の凹部4c側の表面に膜状電極5Bを形成した状態を示す断面図である。

【図5】 誘電体層の凹部4c側の表面に絶縁性接合剤層15を形成した状態を示す断面図である。

【図6】 基体2Aを、絶縁性接合剤層15を介して誘電体層4Aに接合した状態を示す断面図である。

【図7】 図6において、絶縁性接合剤層15の一部を剥離させた状態を示す断面図である。

【図8】 円柱状端子7Aを基体2Aに接合させた状態を示す断面図である。

【図9】 ウエハー加熱装置1Cを示す断面図である。

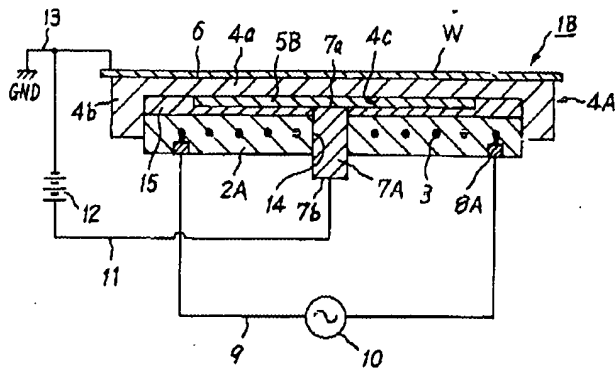
【符号の説明】

- 1, 1A, 1B, 1C ウエハー加熱装置
- 2, 2A, 2B 円盤状セラミックス基体
- 2a 一方の主面
- 3 抵抗発熱体
- 4, 4A セラミックス誘電体層
- 5, 5A, 5B, 5C 膜状電極
- 6 ウエハー吸着面
- 7, 7A, 8, 8A 端子
- 9, 11 ケーブル
- 10 ヒーター電源
- 12, 12A, 12B 静電チャック電源（直流電源）
- 13 アース線
- 14 円形貫通孔
- 15 絶縁性接合剤層
- W ウエハー

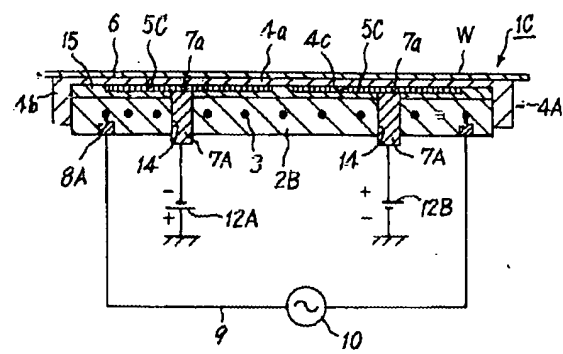




【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 牛越 隆介  
愛知県半田市新宮町1丁目106番地 日本  
碍子新宮アパート206号

(72)発明者 梅本 鎧一  
愛知県豊田市広美町上之切62番地